

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 8 月 11 日 (11.08.2005)

PCT

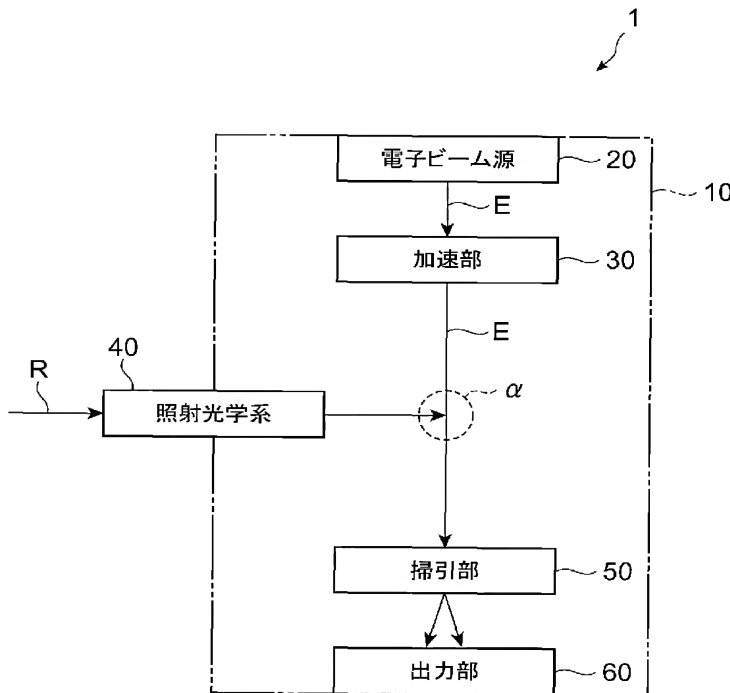
(10) 国際公開番号
WO 2005/073681 A1

- (51) 国際特許分類: G01J 1/02, H01J 31/50 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000531 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 木下 勝之 (KI-NOSHITA, Katsuyuki) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
(22) 国際出願日: 2005 年 1 月 18 日 (18.01.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 1 0 番 6 号銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2004-024569 2004 年 1 月 30 日 (30.01.2004) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).

[続葉有]

(54) Title: STREAK DEVICE

(54) 発明の名称: ストリーク装置



- 20 ELECTRON BEAM SOURCE
30 ACCELERATION UNIT
40 IRRADIATION OPTICAL SYSTEM
50 SWEEP UNIT
60 OUTPUT UNIT

(57) Abstract: A streak device includes: a vacuum vessel (10) having an electron beam source (20) arranged at one end of the vessel (10) for outputting an electron beam E and an output unit (60) arranged at the other end of the vessel (10) for converting the electron beam into an image; an acceleration unit (30) arranged in the vacuum vessel for accelerating the electron beam; an irradiation optical system (40) for converging and applying light R to be measured to the electron beam accelerated by the acceleration unit; and a sweep unit (50) arranged between the acceleration unit and the output unit for sweeping the electron beam interacting with the light to be measured, in the direction substantially orthogonal to the displacement direction of the electron beam generated by the interaction. Thus, it is possible to realize a streak device having a high time resolution.

(57) 要約: ストリーク装置は、一端側に設けられ電子ビームEを出力する電子ビーム源20、及び、他端側に設けられ電子ビームを像に変換する出力部60を有する真空容器10と、真空容器内に設けられ電子ビームを加速する加速部30と、加速部により加速された電子ビームに被計測光Rを集光して照射する照射光学系40と、加速部と出力部との間に設けられ、被計測光と相互作用した電子ビームを、その相互作用により生じた電子ビームの変位方向に略直交する方向に掃引す

る掃引部50とを備える。これにより、高時間分解能化が可能なストリーク装置が実現される。

WO 2005/073681 A1



NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

ストリーク装置

技術分野

[0001] 本発明は、ストリーク装置に関するものである。

背景技術

[0002] ストリーク装置は、被計測光の時間的な強度分布を出力面上の空間的な強度分布に変換する装置である(例えば、特許文献1及び特許文献2参照)。ストリーク装置では、まず、ストリーク管の一端に設けられた光電面に被計測光を入射する。そして、被計測光の強度に応じて光電面から放出された光電子群を、加速電極で加速させてストリーク管の他端に設けられた蛍光面に向けて走行させる。

[0003] ストリーク管には、管軸を挟むように対向する一対の電極から構成された偏向電極が、光電面と蛍光面との間に設けられている。そして、光電面から放出された光電子群が偏向電極間を通過する際に、偏向電圧を印加する。これにより、光電子群は、管軸に略直交する方向に異なる角度で偏向されて蛍光面に入射し、いわゆるストリーク像を形成する。そのため、ストリーク像の掃引方向の輝度変化は、光電面に入射した被計測光の強度の時間的変化を示している。

特許文献1:特公平4-79465号公報

特許文献2:特公平4-73257号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年、更なる高速現象を計測するために、被計測光を更に高時間分解することの要請が高まってきているが、上述したようなストリーク装置では、その要請に応えることが困難な状況になりつつある。

[0005] そこで、本発明の目的は、高時間分解能化が可能なストリーク装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本願発明者は、ストリーク装置の時間分解能の更なる向上に関して鋭意検討を行

った。そして、従来のストリーク装置では、被計測光の時間的な強度変化の情報を光電面内で光電子数の時間変化に変換させていることが、時間分解能を制限している主要因であることを見出した。

[0007] そこで、上記課題を解決するために、本発明に係るストリーク装置は、一端側に設けられ電子ビームを出力する電子ビーム源、及び、他端側に設けられ電子ビーム源から出力された電子ビームを像に変換する出力部を有する真空容器と、真空容器内に設けられ、電子ビーム源から出力された電子ビームを加速する加速部と、加速部により加速された電子ビームに被計測光を集光して照射する照射光学系と、真空容器内において加速部と出力部との間に設けられ、被計測光と相互作用した電子ビームを、その相互作用により生じた電子ビームの変位方向に略直交する方向に掃引する掃引部とを備えることを特徴とする。

[0008] 上記構成では、電子ビーム源から出力された電子ビームは、加速部により加速され、真空容器内を走行する。この電子ビームに、照射光学系により集光された被計測光が照射され、被計測光と電子ビームとが相互作用する。その際、集光された被計測光の強力な電磁界によって電子ビームに被計測光の強度に依存した変位が生じる。

[0009] 被計測光と相互作用した電子ビームは、掃引部によって、その変位方向と略直交する方向に掃引される。そして、その電子ビームは、真空容器の他端側に設けられた出力部に入射されて像に変換される。この出力部で変換された像において、掃引部による電子ビームの掃引方向が時間軸に対応し、その時間軸に略直交する軸が電子ビームの変位、すなわち、被計測光の電磁界の強度に対応する。すなわち、上記ストリーク装置により、被計測光の強度の時間変化を示すいわゆるストリーク像を得ることができる。

[0010] このように、上記構成のストリーク装置により、被計測光の時間的な強度変化を捉えることが可能である。また、このストリーク装置では、被計測光と電子ビームとを相互作用させて、電子ビームに被計測光の強度情報を記録している。そのため、従来のように、被計測光の時間的な強度変化の情報を、光電面を介して光電子数に変換する場合に比べて、高時間分解能化を図ることができる。

発明の効果

- [0011] 本発明によるストリーク装置においては、被計測光を電子ビームと相互作用させて、被計測光の強度情報をその電子ビームに記録させる。そのため、本発明によれば、高時間分解能化が可能なストリーク装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]図1は、本発明に係るストリーク装置の原理を説明するブロック図である。
- [図2]図2は、ストリーク装置1で得られる像の模式図である。
- [図3]図3は、被計測光Rと電子ビームEとを相互作用させる方法の例を示す図である。
- 。
- [図4]図4は、被計測光Rと電子ビームEとを相互作用させる方法の他の例を示す図である。
- [図5]図5は、第1の実施形態のストリーク装置1aの構成を示す概略図である。
- [図6]図6は、照射光学系40の模式図である。
- [図7]図7は、第2の実施形態のストリーク装置1bの構成を示す概略図である。
- [図8]図8は、電子ビームEの変位を拡大する方法を説明する図である。
- [図9]図9は、照射光学系40の変形形態を示す模式図である。
- [図10]図10は、掃引部50の変形形態を示す模式図である。
- [図11]図11は、ストリーク装置1bの変形形態を示す模式図である。

符号の説明

- [0013] 1, 1a, 1b…ストリーク装置、10…真空容器、20…電子ビーム源、20A…光電面、30…加速部、31…RFキャビティ、40…照射光学系、50…掃引部、53…RFキャビティ、60…出力部、70A…第1電子レンズ(電子レンズ系)、70B…第2電子レンズ(電子レンズ系)、70C…第3電子レンズ(電子レンズ系)。

発明を実施するための最良の形態

- [0014] 以下、図面とともに本発明に係るストリーク装置について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。
- [0015] 図1は、本発明に係るストリーク装置の原理を説明するブロック図である。図1に示

すように、ストリーク装置1は、真空容器10の一端側に設けられ電子ビームEを出力する電子ビーム源20と、その電子ビームEを加速する加速部30と、加速部30により加速された電子ビームEに被計測光Rを集光して照射する照射光学系40と、被計測光Rが照射された電子ビームEを掃引する掃引部50と、真空容器10の他端側に設けられ電子ビームEを像に変換して出力する出力部60とを有している。

[0016] 上記構成のストリーク装置1において、電子ビーム源20から出力された電子ビームEは、加速部30によって高速に（例えば、10MeV程度）加速される。この加速された電子ビームEに、照射光学系40により集光された被計測光Rが照射される。これにより、電子ビームEと被計測光Rとが相互作用し、被計測光Rの電磁界により電子ビームEに変位が生じる。以下では、電子ビームEの軌道上において、被計測光Rと相互作用している領域を相互作用領域 α と称す。

[0017] 上記被計測光Rと相互作用した電子ビームEは、掃引部50によって、電子ビームEに生じている変位の方向と略直交する方向に掃引され出力される。掃引部50から出力された電子ビームEは、出力部60に入力されて像に変換される。

[0018] 図2は、上記ストリーク装置1で得られる像の模式図である。横軸は、掃引部50の掃引方向を示しており時間軸に相当する。縦軸は、被計測光Rとの相互作用により生じた電子ビームEの変位の大きさを示している。電子ビームEの変位の大きさは、被計測光Rの強度に依存する。したがって、縦軸は、被計測光Rの強度に相当する。すなわち、ストリーク装置1により、被計測光Rの時間的な強度分布を示すいわゆるストリーク像Sが得られる。

[0019] 図3及び図4は、被計測光Rと電子ビームEとを相互作用させる方法の例である。被計測光Rと電子ビームEとは、図3に示すように、電子ビームEの伝播方向に対して被計測光Rを略平行に入射させて被計測光Rと電子ビームEとを相互作用させてもよいし、図4に示すように、電子ビームEの伝播方向に対して被計測光Rを略垂直に入射させて相互作用させてもよい。図3の場合の方が、電子ビームEと被計測光Rとが重なっている長さDを長くすることができる。そのため、電子ビームEにより大きな変位を生じさせやすい。

[0020] 次に、上述した原理を適用したストリーク装置の具体的な実施形態を説明する。

[0021] (第1の実施形態)

図5は、上記ストリーク装置1の第1の実施形態であるストリーク装置1aの構成を示す概略図である。以下の説明においては、特に断らない限り、電子ビーム源20は、受けた光を光電子に変換して出力する光電面20Aとする。また、説明の便宜上、管軸方向をX方向とし、紙面に垂直な方向をZ方向とし、X方向及びZ方向に直交する方向をY方向とする。

[0022] ストリーク装置1aは、電子ビームEを走行させるための真空容器10と、加速部30と、照射光学系40と、掃引部50と、を含んで構成されている。

[0023] 真空容器10は、円筒状であって、その一端には、光透過窓11が設けられている。そして、光透過窓11における真空容器10の内部側の面に光電面20Aが形成されている。光電面20Aは、真空容器10の中心軸(管軸)と光透過窓11との交点の位置に形成されている。光電面20Aは、例えば、光透過窓11に蒸着された厚さ数10nmの金薄膜である。

[0024] 光電面20Aは、光透過窓11を通して入射されたレーザ光を受け、レーザ光が入射された面と反対側の面から光電子(電子ビームE)を真空容器10内に放出する。

[0025] また、X方向において光透過窓11と反対の真空容器10の端側には、出力部60が設けられている。出力部60は、マイクロチャンネルプレート(MCP)61と、蛍光面62と、真空容器10の他端に設けられた出力窓12と、を含んで構成されている。MCP61は、MCP入力面61aから入力された電子ビームEを増倍して蛍光面62に出力する。蛍光面62は、MCP61からの電子ビームEを可視光像に変換する。蛍光面62で変換された可視光像は、出力窓12を通して、その窓の外に配置された光学リレーレンズ及びTVカメラを用いて観察される。

[0026] 加速部30は、RFキャビティ31を含んで構成されており、光透過窓11の隣に配置されている。RFキャビティ31の光透過窓11側の一侧壁31aは光電面20Aを含んでいる。また、RFキャビティ31の側壁31bには、RFキャビティ31の内部にマイクロ波Mを導入する導入管32が接続されている。光電面20Aから放出された光電子は、RFキャビティ31内に導入されたマイクロ波Mの電磁界によって10MeV程度(すなわち、光速近く)まで加速されて開口から出力される。なお、本実施形態では、電子ビーム

Eは、管軸に沿って伝播している。より具体的には、管軸に略直交する平面における電子ビーム断面の中心は、その平面と管軸との交点に略一致している。

[0027] 掃引部50は、真空容器10内において、加速部30と出力部60との間に配置されている。掃引部50は、管軸を挟み対向して配置された一対の偏向電極51, 52を含んで構成されている。ストリーク装置1aでは、偏向電極51, 52は、Z方向に並列されている。図中、偏向電極51, 52を少しずらして記載しているのは、奥側に偏向電極52が位置していることを示すためである。

[0028] 加速部30と掃引部50との間の管軸上には、第1電子レンズ(電子レンズ系)70Aが形成されている。第1電子レンズ70Aは、真空容器10の周りに設けられた第1集束コイル71Aにより形成される。第1集束コイル71Aは、管軸を中心軸とするように設けられており、コイル電源72に接続されている。第1集束コイル71Aは、RFキャビティ31から、例えば、数100mm程度出力部60側に配置されている。

[0029] また、第1電子レンズ70A(又は、第1集束コイル71A)と掃引部50との間の真空容器10の周壁には、被計測光Rを真空容器10内に導入する入射窓13及び真空容器10内から被計測光Rを外に出すための出射窓14が設けられている。入射窓13は、例えば、第1集束コイル71Aから50mm程度出力部60側に設けられている。

[0030] 照射光学系40は、一対の反射ミラー41, 42と、レンズ43とを含んで構成される。反射ミラー41, 42は、入射窓13から真空容器10内に導入された被計測光Rを電子ビームEと相互作用させる。反射ミラー41, 42は、平面型のミラーであって、加速部30と掃引部50との間の管軸上においてX方向に並列されている。反射ミラー41, 42の間隔は、例えば、数mm程度である。反射ミラー41, 42には、電子ビームEを通過させるための開口41a, 42aが形成されている。

[0031] 反射ミラー41は、管軸に対して傾斜し、入射窓13から入射した被計測光Rを反射ミラー42側に反射するように配置されている。また、反射ミラー42は、管軸に対して傾斜し、反射ミラー41からの被計測光Rを出射窓14に向けて反射するように配置されている。

[0032] レンズ43は、屈折型の結像レンズである。レンズ43は、被計測光Rを、反射ミラー41, 42間の電子ビームEの軌道上(すなわち、管軸上)に、被計測光Rの径が、例え

ば数 $10\ \mu\text{m}$ 程度になるように集光する。レンズ43は、真空容器10の外に配置されており、被計測光Rは、レンズ43を通った後に入射窓13から真空容器10内に入射される。

[0033] ストリーク装置1aは、光電面20Aに入射させるレーザ光を発生する光源部80、光源部80からのレーザ光を光電面20Aに入射する入力光学系90、被計測光Rを発生する被計測光発生部100、及び、掃引部50を制御する掃引制御部110を更に有する。

[0034] 光源部80は、レーザ発生装置81と、高調波発生装置82と、を含んで構成される。レーザ発生装置81は、例えば、波長800nm、パルス幅約100fsのレーザ光を発するTiサファイヤレーザである。なお、レーザ発生装置81は、レーザ光を出力したタイミングに応じて出力信号を被計測光発生部100に出力する。

[0035] 高調波発生装置82は、レーザ発生装置81から出力されたレーザ光を、光電面20Aに光電子放出を生じせしめる波長の光に変換する。例えば、光電面20Aが金薄膜である場合、波長が約270nmのレーザ光に変換する。

[0036] 入力光学系90は、反射ミラー91と、アパーチャ92と、レンズ93と、を有する。高調波発生装置82からのレーザ光は、反射ミラー91で反射され、アパーチャ92及びレンズ93を通して光透過窓11に蒸着された光電面20Aに入射される。

[0037] アパーチャ92及びレンズ93は、光電面20A上でのレーザ光の径の広がりを抑制するためのものである。アパーチャ92とレンズ93とにより、レーザ光は、例えば、光電面20A上における径が $10\ \mu\text{m}$ 程度になるように集光される。これにより、光電面20Aから発せられる電子ビームEと被計測光Rとの相互作用領域 α での電子ビームEの径及びMCP61上での電子ビームEの径が数 $10\ \mu\text{m}$ 以内になる。

[0038] 被計測光発生部100は、遅延回路101と被計測光発生装置102とを含んでいる。遅延回路101は、レーザ発生装置81及び被計測光発生装置102と電氣的に接続されている。遅延回路101は、レーザ発生装置81からの出力信号を、被計測光Rと電子ビームEとのタイミングがあうように、すなわち、被計測光Rと電子ビームEとが相互作用するように時間的に調整して被計測光発生装置102に inputsする。なお、このような遅延手段については、電氣的な遅延装置の他に、光学的な遅延装置を用いても

良い。

- [0039] 被計測光発生装置102は、例えば、レーザ光源であって、遅延回路101から入力される信号をトリガとして被計測光Rを出力する。被計測光発生装置102から出力された被計測光Rは、ハーフミラー120で2つの光に分けられ、一方が真空容器10内にレンズ43及び入射窓13を通過して入射される。
- [0040] ハーフミラー120で分けられた他方の被計測光Rは、掃引制御部110に入力される。掃引制御部110は、レンズ111と、検出器112と、遅延回路113と、掃引回路114と、を含んで構成される。
- [0041] レンズ111は、ハーフミラー120を通った被計測光Rを、検出器112に集光して入射させる。検出器112は、例えば、PINダイオードであり、被計測光を検出してその検出信号を遅延回路113に入力する。遅延回路113は、検出器112から入力された検出信号を、電子ビームEが掃引部50に入力された際に掃引部50に偏向電圧が印加されるように時間的に調整して掃引回路114に入力する。
- [0042] 掃引回路114は偏向電極51, 52に電氣的に接続されており、遅延回路113からの信号をトリガとして、偏向電極51, 52に偏向電圧を印加する。
- [0043] 上記構成における照射光学系40についてより詳細に説明する。図6は、照射光学系40の模式図である。
- [0044] 上述したように照射光学系40は、反射ミラー41, 42及びレンズ43を含んで構成されている。反射ミラー41は、レンズ43を通った被計測光Rを反射ミラー42側に反射させる。この際、反射ミラー41は、開口41aよりもレンズ43側(図中、上側)で被計測光Rを反射し、その反射光が、反射ミラー42における開口42aよりも図中下側の領域に向かって伝播するように配置されている。
- [0045] このような配置により、被計測光Rは、電子ビームEの進行方向と略平行に伝播しつつ電子ビームEと交差する。そのため、被計測光Rと電子ビームEとが重なっている領域である相互作用領域 α の幅Dがより長くなっている。
- [0046] また、レンズ43は、上述したように、被計測光Rと電子ビームEとが交差する領域(相互作用領域 α)で、被計測光Rの径が最小になるように(すなわち、被計測光Rが集束するように)配置されている。これにより、被計測光Rの相互作用領域 α での電

磁界がより大きくなる。

[0047] 上記構成のストリーク装置1aの動作について図5を参照して説明する。以下の説明では、レーザ発生装置81は、上記Tiサファイヤレーザとする。また、高調波発生装置82は、レーザ発生装置81からのレーザ光を波長270nmの光に変換するものとする。

[0048] 先ず、レーザ発生装置81により波長800nm、パルス幅約100fsのレーザ光を発生させる。この際、レーザ発生装置81からのレーザ光の出力に応じて出力信号が遅延回路101に入力される。

[0049] レーザ発生装置81からのレーザ光は、高調波発生装置82に入射され、波長270nmのレーザ光に変換されて高調波発生装置82から出力される。高調波発生装置82から出力されたレーザ光は、反射ミラー91によって真空容器10に導かれる。反射ミラー91からのレーザ光は、アパーチャ92及びレンズ93を通して、その径が光電面20A上で約10 μ mの径となるように集光されて光電面20Aに到達する。

[0050] このようにレーザ光が光電面20Aに入射されると、RFキャビティ31の内部に光電面20Aから光電子(電子ビームE)が放出される。この際、光電面20Aには、パルス幅100fsの光が入射されているため、これに対応して、光電面20Aは、パルス幅100fsの高密度パルス電子ビームEを発する。

[0051] この電子ビームEは、RFキャビティ31に導入されたマイクロ波Mの電磁界によって10MeV程度まで加速され、出力部60に向けて出力される。RFキャビティ31から出てきた電子ビームEは、第1電子レンズ70Aによって、MCP入力面61a上に集束される。第1電子レンズ70Aを通過した電子ビームEはMCP61に到達するまでに、一対の反射ミラー41, 42間で被計測光Rと相互作用した後、掃引部50によって紙面に略垂直な方向に掃引される。

[0052] ここで、(1)被計測光Rと電子ビームEとを相互作用させる方法、及び、(2)相互作用した電子ビームEの掃引方法について説明する。

[0053] 先ず、(1)被計測光Rを電子ビームEに相互作用させる方法について述べる。

[0054] レーザ発生装置81からのレーザ光の出力に応じて、レーザ発生装置81から出力信号が遅延回路101に入力される。その出力信号は、遅延回路101で一定時間調

整された後に、被計測光発生装置102に入力される。被計測光発生装置102は、遅延回路101からの信号をトリガとして、被計測光Rを出力する。被計測光発生装置102から出力された被計測光Rは、ハーフミラー120により真空容器10に入射する成分と、掃引制御部110に入射される成分とに分けられる。

[0055] ハーフミラー120で反射し真空容器10側に曲げられた被計測光Rは、レンズ43及び入射窓13を通して真空容器10内に導入される。そして、被計測光Rは、図5及び図6に示すように、反射ミラー41における開口41aよりも上側の領域で反射し、反射ミラー42における開口42aよりも下側の領域に向けて伝播する。

[0056] 被計測光Rは、被計測光Rと電子ビームEとが相互作用できるように時間的に調整されて発せられている。したがって、上記のように反射ミラー41で反射された被計測光Rと電子ビームEとは、反射ミラー41, 42間で重なり相互作用する。電子ビームEと相互作用してから、反射ミラー42に達した被計測光Rは、反射ミラー42で更に反射されて出射窓14から真空容器10の外に取り出される。

[0057] 上記のように、電子ビームEと被計測光Rとは反射ミラー41, 42間において相互作用する。すなわち、反射ミラー41, 42間に、電子ビームEと被計測光Rとの相互作用領域 α が位置する。この相互作用領域 α において、被計測光Rは、レンズ43により、例えば、数 $10\mu\text{m}$ 程度の径に集光されている。そのため、被計測光Rの電磁界は、相互作用領域 α で増強されており、その強力な電磁界により電子ビームEに変位が生じる。

[0058] この変位方向は、被計測光Rの電磁界の振動方向に依存するが、本実施形態では、電子ビームEは、被計測光Rとの相互作用により、Y方向に変位するものとする。

[0059] 次に、(2)上記被計測光Rと相互作用した電子ビームEの掃引方法について説明する。

[0060] 被計測光発生装置102から出力されハーフミラー120により分けられた被計測光Rのうち、ハーフミラー120を透過した被計測光Rは検出器112で検出される。この検出器112からの検出信号は、遅延回路113に入力される。そして、遅延回路113によって、掃引部50によって電子ビームEを掃引可能なように時間的に調整された信号が、掃引回路114に入力される。掃引回路114は、遅延回路113からの信号をトリ

ガとして、偏向電極51, 52に偏向電圧を印加する。この偏向電圧によって形成される電界によって電子ビームEが掃引される。

- [0061] 上記のように、光電面20Aから出力された高密度パルス電子ビームEが掃引部50を通過するタイミングに合わせて偏向電極51, 52に偏向電圧が印加される。そのため、被計測光Rと相互作用した電子ビームEが偏向電圧の電界によって掃引される。偏向電極51, 52は、Z方向に並列されているため、掃引部50によって電子ビームEは、変位方向と略直交する方向(Z方向又は-Z方向)に掃引される。
- [0062] 上記掃引部50により掃引された電子ビームEは、MCP入力面61aに入力される。この際、電子ビームEは、第1電子レンズ70Aにより集束されており、MCP入力面61a上における電子ビームEの径は数 $10\ \mu\text{m}$ 程度となっている。MCP61に入力された電子ビームEは、MCP61によって増倍されて蛍光面62に出力される。そして、蛍光面62により可視光像に変換される。そして、出力窓12の外に設けられたリレーレンズを介してTVカメラで撮像され、図2に示すストリーク像Sが得られる。
- [0063] 本実施形態に係るストリーク装置1aでは、被計測光Rと電子ビームEとを直接相互作用させ、被計測光Rの電磁界によって電子ビームEに生じた変位の時間変化、すなわち、被計測光Rの強度の時間変化を計測している。従来のように光電面を介して被計測光の強度情報を光電子の電子密度に変換していないため、例えばアト秒領域の時間分解まで視野に入れた高時間分解能化を図ることができる。
- [0064] ところで、光の電磁界の周波数は大きいため、通常、電子ビームと光とが相互作用しても電子ビームに生じた変位は、逆位相により打ち消しあう場合が生じる。
- [0065] しかしながら、本実施形態のストリーク装置1aでは、電子ビームEを加速部30で光速近くまで加速しているため、被計測光Rと電子ビームEとの位相が揃いやすい。例えば、被計測光Rの波長を 800nm としたとき、光及び電子ビーム相互の位相が半波長分変化するまでは、約 $300\ \mu\text{m}$ の走行距離を確保できる。そのため、電子ビームEに生じる変位を検出可能である。そして、このような、走行距離は、上記照射光学系40により確保できるようになっている。
- [0066] 更に、被計測光Rを集光して電子ビームEに照射しているため、被計測光Rと電子ビームEとの相互作用領域 α における被計測光Rの電磁界はより大きくなっている。

そのため、集光させていない場合よりも電子ビームEに大きな変位を生じさせることが可能であって、変位を計測し易くなっている。

[0067] また、被計測光Rは、電子ビームEの進行方向に対して斜めに入射しているため、被計測光Rの電子ビームEの進行方向の成分が光速より小さくなりやすい。そのため、電子ビームEの速度が光速より小さくても被計測光Rの電磁界と同一位相の状態を保ちやすくなっている。

[0068] なお、アト秒〜フェムト秒の時間分解能を得るためには、レーザ照射光学系のレーザ光の波長を短くする、電子ビーム速度を一定以上に大きくする、等の条件が必要となる。シミュレーションによれば、10fs程度の時間分解能を得る場合、レーザ光の波長が $2\mu\text{m}$ では電子ビーム速度1MeV以上、レーザ光の波長が $130\mu\text{m}$ では電子ビーム速度 $10\sim 20\text{MeV}$ が必要である。

[0069] また、電子ビームは、計測に用いる変位方向だけでなく、電子ビーム走行方向でも加速される。これは、電子ビームの電子ビーム走行方向での配列も変えるため、時間軸方向で誤差を生じる場合がある。このような誤差を小さくするためには、電子ビームは1MeV以上の速度であることが好ましい。

[0070] (第2の実施形態)

図7は、第2の実施形態のストリーク装置の構成の概略図である。図7に示すストリーク装置1bは、レンズ43が真空容器10内に配置されている点、絞りアパーチャ電極130を有する点、第2電子レンズ70B及び第3電子レンズ70Cが形成されている点で第1の実施形態のストリーク装置1aと相違する。ストリーク装置1bでは、第1電子レンズ70A、第2電子レンズ70B、及び、第3電子レンズ70Cが、光電面20Aから出力された電子ビームEをMCP61上に集束させる電子レンズ系70を構成している。

[0071] レンズ43は真空容器10内に配置されており、レンズ43の焦点距離は、第1の実施形態の場合よりも短い。これにより、相互作用領域 α での被計測光Rの径は、第1の実施形態の場合よりも1桁程度短い(例えば、数 μm 程度)。そのため、第1の実施形態と同じ強度の被計測光Rを用いた場合、相互作用領域 α での被計測光Rの電磁界がより大きくなっている。

[0072] 絞りアパーチャ電極130は、RFキャビティ31の出口側の管軸上に配置されている

。絞りアパーチャ電極130は、電子ビームEを通過させるための開口130aを有しており、RFキャビティ31から出力された電子ビームEのうち開口130aから外側の領域の電子ビームEをカットする。開口130aの径は、例えば、数 $10\mu\text{m}$ 程度である。これにより、電子ビームEのMCP入力面61aへの集束特性がよくなる。

[0073] 第2電子レンズ70Bは、絞りアパーチャ電極130と第1電子レンズ70Aとの間に形成されている。第2電子レンズ70Bは、加速部30と第1集束コイル71Aとの間の真空容器10の周りに設けられた第2集束コイル71Bにより形成される。第2集束コイル71Bは、管軸が中心軸となるように配置されており、コイル電源72に接続されている。

[0074] 第2電子レンズ70Bは、電子ビームEの広がりを抑制するコリメータ電子レンズとして機能する。また、第2電子レンズ70Bは、第1電子レンズ70Aとともに電子ビームEを反射ミラー41、42間に集束する。これにより、相互作用領域 α における電子ビームEの径は、ストリーク装置1aの場合より小さく、例えば、数 μm 程度になっている。また、電子ビームEの集束点 M_1 と、レンズ43によって集光される被計測光Rの集光点とは、ほぼ一致するようになっている。

[0075] 第3電子レンズ70Cは、電子ビームEにより生じた変位を拡大してMCP入力面61a上に結像する。すなわち、第3電子レンズ70Cは、拡大電子レンズとして機能する。第3電子レンズ70Cは、相互作用領域 α と掃引部50との間、より具体的には、反射ミラー42と掃引部50との間に形成されている。第3電子レンズ70Cは、入射窓13と掃引部50との間の真空容器10の周りに設けられた第3集束コイル71Cにより形成される。第3集束コイル71Cは、管軸が中心軸となるように配置されており、コイル電源72に接続されている。

[0076] なお、このような拡大電子レンズについては、掃引部50の後段に設ける構成としても良い。一般には、電子レンズ系が有する拡大電子レンズは、被計測光と電子ビームとの相互作用領域の後段に配置されており、被計測光との相互作用により生じた電子ビームの変位を拡大して出力部に結像するものであれば良い。これにより、電子ビームに生じた変位を拡大して検出できるため、その変位が小さくても検出が容易になる。

[0077] 図8は、電子ビームEの変位を拡大する方法を説明する図である。第3電子レンズ7

OCは、集束点 M_1 よりもMCP61側のA-A線の位置(例えば、集束点 M_1 よりも15mm程度MCP61側の位置)における電子ビーム断面を拡大してMCP入力面61aに結像させるように配置及び形成されている。これは、仮に、集束点 M_1 をMCP入力面61aに結像させると、集束点 M_1 自体はMCP入力面61aに拡大結像されるが、電子ビームEに生じた変位は結像されないからである。

[0078] 上記のように、A-A線に沿った電子ビーム断面を拡大することにより、A-A線の位置での変位 d_1 がMCP入力面61a上で変位 d_2 に拡大される。この第3電子レンズ70Cによる拡大率は、第3集束コイル71Cの磁極の形状、コイル電流、第3電子レンズ70Cの形成位置などにより決まり、数10倍から数100倍が可能である。

[0079] ところで、通常、A-A面の位置では、電子ビームE自体の径もより大きくなっている。そして、電子ビームEが第3電子レンズ70Cを通ると、その径もMCP入力面61a上に拡大結像されるため、蛍光面62での変位量の検出精度が悪化する。しかしながら、本実施形態のストリーク装置1bでは、絞りアパーチャ電極130や第2電子レンズ70Bにより、焦点深度を深くすることが可能であり、上記検出精度の低下が抑制することができている。

[0080] 本実施形態のストリーク装置1bの動作は、第1の実施形態のストリーク装置1aの場合と同じである。

[0081] 本実施形態では、レンズ43が真空容器10内に配置され、その焦点距離が短くなっているため、上述したように相互作用領域 α での被計測光Rの径が小さくなっている。これにより、相互作用領域 α における被計測光Rの電磁界がより大きくなっている。そのため、電子ビームEに変位を生じさせやすい。また、被計測光Rの径が小さいことに対応して、相互作用領域 α での電子ビームEの径も小さい。そのため、被計測光Rの径を短くしていても電子ビームEに変位が生じやすくなっている。更に、相互作用領域 α で生じた変位は、第3電子レンズ70Cにより拡大されてMCP61に入力される。

[0082] 以上のことから、ストリーク装置1bにおいては、被計測光Rの強度が小さい場合でも、その強度の時間変化を計測できるようになっている。

[0083] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は第1及び第2の実

施形態に限定されないことは言うまでもない。例えば、照射光学系40は、屈折型の結像レンズ43と、一对の反射ミラー41, 42とから構成しているが、図9に示すように、平面状の反射ミラー44と反射型の凹面ミラー45とから構成してもよい。この反射ミラー44と凹面ミラー45とは、電子ビームEを通過させる開口44a, 45aを有している。

[0084] この場合には、入射窓13(図5又は図7参照)から入射された被計測光Rは、反射ミラー44によって凹面ミラー45側に反射される。そして、凹面ミラー45によって再び反射ミラー44側に反射される。この際、被計測光Rは、管軸上に集光され、電子ビームEと相互作用する。この場合、光学系の構成が簡単になるとともに、レンズ43を用いていないためレンズ43を通過した際の光分散による被計測光Rの時間広がりが生じないため、被計測光Rの時間的な強度分布をより正確に取得できる。

[0085] また、電子ビーム源20としては、光電面20Aに限らず、Siやカーボンからなるマイクロエミッターを用いてもよい。更に、加速部30は、レーザの電磁界で電子ビームEを加速してもよい。また、その他にもレーザプラズマ加速を用いても良い。

[0086] 更に、加速部30と出力部60との間に所定のエネルギー(例えば、10MeV)を有する電子ビームを通過させるエネルギーフィルタを設けることも好ましい。この場合、電子ビーム源20から出力され加速部30で加速された電子ビームEをエネルギーフィルタを通過させることによって、狭いエネルギー範囲の電子ビームEだけ利用できる。これにより、例えば、第2の実施形態において、反射ミラー41, 42間において、電子ビームEを結像した際のビーム径を小さくすることや、その結像部における焦点深度を深くすることが可能である。また、電子ビームEの時間的な広がり抑制できる。

[0087] 電子レンズ系70を集束コイルによる回転対称な磁界型電子レンズ方式を用いているが、4極電子レンズのような非対称な電磁型又は静電型電子レンズ方式を用いてもよい。

[0088] また、掃引部50による電子ビームEの掃引は、偏向電極51, 52に印加した偏向電圧の電界によらなくてもよい。例えば、図10に示すように、RFキャビティ53を設けて、そこにRF又はマイクロ波Mを導入し、それらの電磁界により掃引してもよい。更に、レーザ光の電磁界により掃引することも可能である。

[0089] また、図11に示すように、掃引部50と出力部60との間の真空容器10周りに偏向コ

イル140を設けてもよい。この場合、被計測光Rと電子ビームEとの相互作用により、相互作用領域 α で γ 線やX線が発生しても、その偏向コイル140の偏向磁界で電子ビームEをシフトして電子ビームと γ 線、X線とを分離することができる。そのため、 γ 線やX線がMCP61に入射して生じるバックグラウンドノイズを低減することが可能である。

[0090] 更に、出力部60は、MCP61と蛍光面62と出力窓12とを有しているとしたが、電子打ち込みCCDを用いてもよく、電子ビームEを像に変換できればよい。

[0091] また、被計測光Rは、レーザ光に限らない。更に、電磁界の振動方向がランダムな被計測光を計測する際には、掃引部50よりも光電面20A側(すなわち、反射ミラー42と掃引部50との間)にスリット電極を、そのスリットの長手方向を掃引方向と垂直な方向に略一致させて配置することが好ましい。これにより、被計測光と相互作用した電子ビームEにおいて、スリット電極の長手方向の変位のみを計測できるからである。

[0092] 本発明によるストリーク装置は、一般には、一端側に設けられ電子ビームを出力する電子ビーム源、及び、他端側に設けられ電子ビーム源から出力された電子ビームを像に変換する出力部を有する真空容器と、真空容器内に設けられ、電子ビーム源から出力された電子ビームを加速する加速部と、加速部により加速された電子ビームに被計測光を集光して照射する照射光学系と、真空容器内において加速部と出力部との間に設けられ、被計測光と相互作用した電子ビームを、その相互作用により生じた電子ビームの変位方向に略直交する方向に掃引する掃引部とを備えることが好ましい。

[0093] また、上記構成を有するストリーク装置においては、レーザ光を用いて又はRFキャビティ内に生成される電磁界を用いて電子ビームを加速させることが好ましい。これにより、電子ビームを、光速近くまで加速させやすい。電子ビームの速度が光速に近い場合、電子ビームと被計測光とが相互作用している間、それらの位相が揃う傾向にある。そのため、被計測光によって電子ビームに変位を生じさせやすい。

[0094] 更に、ストリーク装置においては、真空容器内において加速部の後段に配置され、加速部からの電子ビームを出力部に集束させる電子レンズ系を備えることが好適である。この場合、電子レンズ系により電子ビームが出力部に集束されるため、出力部での

電子ビームの径が小さくなり時間分解能が向上する傾向にある。また、電子レンズ系は、加速部と掃引部との間に配置されていることが好ましい。

[0095] 更にまた、ストリーク装置においては、被計測光と電子ビームとの相互作用領域の後段に配置されており、被計測光との相互作用により生じた電子ビームの変位を拡大して出力部に結像する拡大電子レンズを、電子レンズ系は有することが好ましい。この場合、上記拡大電子レンズにより、電子ビームに生じた変位を拡大して検出できるため、その変位が小さくても検出が容易になる。また、このような構成では、拡大電子レンズは、被計測光と電子ビームとの相互作用領域と、掃引部との間に配置されていることが好ましい。

[0096] 更にまた、ストリーク装置においては、真空容器において加速部と出力部との間に配置され、所定のエネルギーを有する電子ビームを通過させるエネルギーフィルタを備えることが好ましい。この場合、エネルギーフィルタを通過した電子ビームのエネルギー分散を、エネルギーフィルタを通過する前よりも小さくすることができる。

[0097] また、ストリーク装置においては、電子ビーム源は、受けた光を光電子に変換する光電面であることが望ましい。この場合、光電面にレーザ光などを照射することによって光電子が放出されて電子ビームが生成される。パルスレーザ光を照射することにより、容易にパルス電子ビームを生成することも可能である。

[0098] 更に、ストリーク装置においては、掃引部は、真空容器の管軸を挟むように対向した一対の偏向電極間に印加される偏向電圧の電界、レーザ光、又は、RFキャビティ内に生成される電磁界を用いて電子ビームを掃引することが好ましい。

[0099] 一対の偏向電極を用いる場合は、それらの偏向電極に偏向電圧を印加することによりその電極間に生じる電界によって電子ビームを掃引することができる。また、RFキャビティを用いる場合は、RFキャビティにRFやマイクロ波を導入しそれらの電磁界により電子ビームを掃引可能である。更に、レーザ掃引器を用いる場合は、レーザ光の電磁界により電子ビームを掃引することができる。

産業上の利用可能性

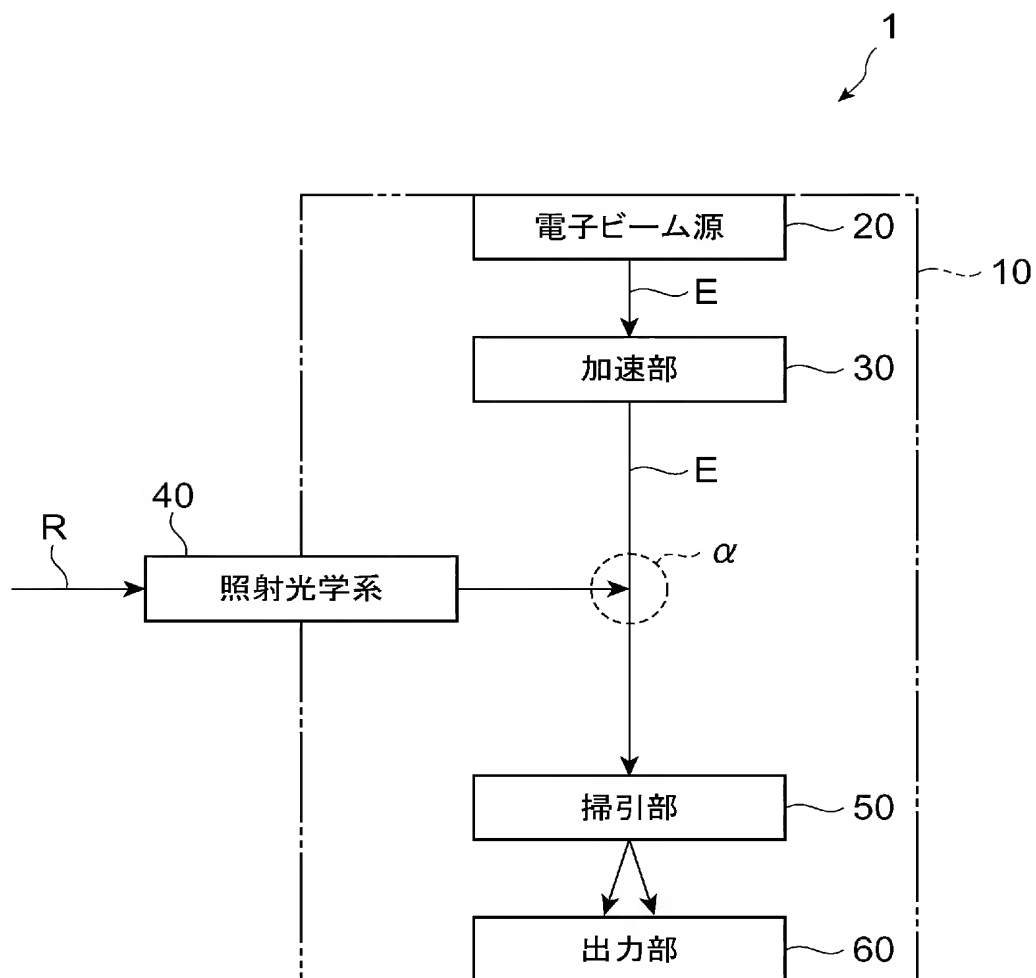
[0100] 本発明に係るストリーク装置は、例えばアト秒領域の高速光現象を解明するための計測装置として利用することができる。

請求の範囲

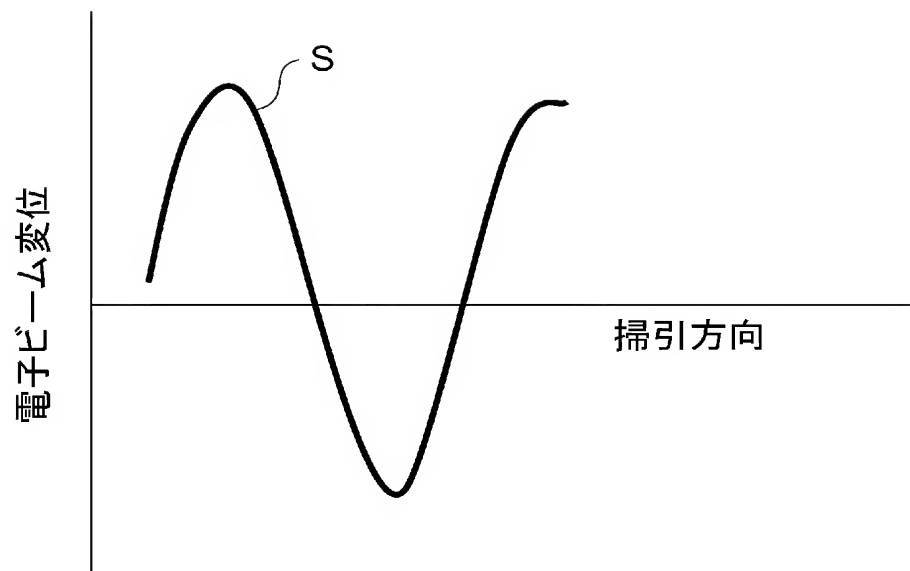
- [1] 一端側に設けられ電子ビームを出力する電子ビーム源、及び、他端側に設けられ前記電子ビーム源から出力された電子ビームを像に変換する出力部を有する真空容器と、
- 前記真空容器内に設けられ、前記電子ビーム源から出力された前記電子ビームを加速する加速部と、
- 前記加速部により加速された電子ビームに被計測光を集光して照射する照射光学系と、
- 前記真空容器内において前記加速部と前記出力部との間に設けられ、前記被計測光と相互作用した電子ビームを、その相互作用により生じた電子ビームの変位方向に略直交する方向に掃引する掃引部と
- を備えることを特徴とするストリーク装置。
- [2] 前記加速部は、レーザ光を用いて又はRFキャビティ内に生成される電磁界を用いて電子ビームを加速させることを特徴とする請求項1に記載のストリーク装置。
- [3] 前記真空容器において前記加速部の後段に配置され、前記加速部からの電子ビームを前記出力部に集束させる電子レンズ系を備えることを特徴とする請求項1に記載のストリーク装置。
- [4] 前記被計測光と前記電子ビームとの相互作用領域の後段に配置されており、前記被計測光との相互作用により生じた前記電子ビームの変位を拡大して前記出力部に結像する拡大電子レンズを、前記電子レンズ系は有することを特徴とする請求項3に記載のストリーク装置。
- [5] 前記拡大電子レンズは、前記被計測光と前記電子ビームとの相互作用領域と、前記掃引部との間に配置されていることを特徴とする請求項4に記載のストリーク装置。
- [6] 前記真空容器において前記加速部と前記出力部との間に配置され、所定のエネルギーを有する電子ビームを通過させるエネルギーフィルタを備えることを特徴とする請求項1に記載のストリーク装置。
- [7] 前記電子ビーム源は、受けた光を光電子に変換する光電面であることを特徴とする請求項1に記載のストリーク装置。

- [8] 前記掃引部は、前記真空容器の管軸を挟むように対向した一对の偏向電極間に印加される偏向電圧の電界、レーザ光、又は、RFキャビティ内に生成される電磁界を用いて電子ビームを掃引することを特徴とする請求項1に記載のストリーク装置。

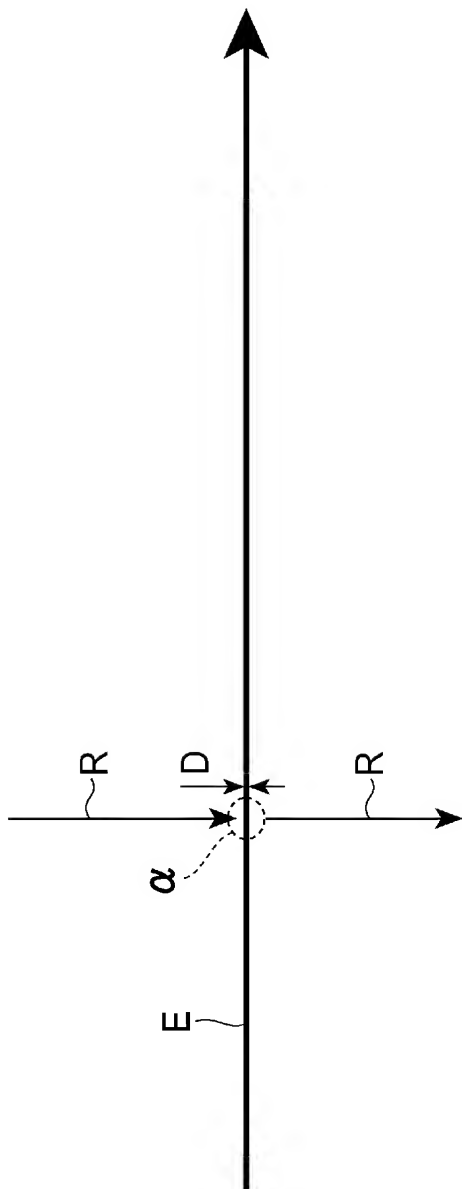
[図1]



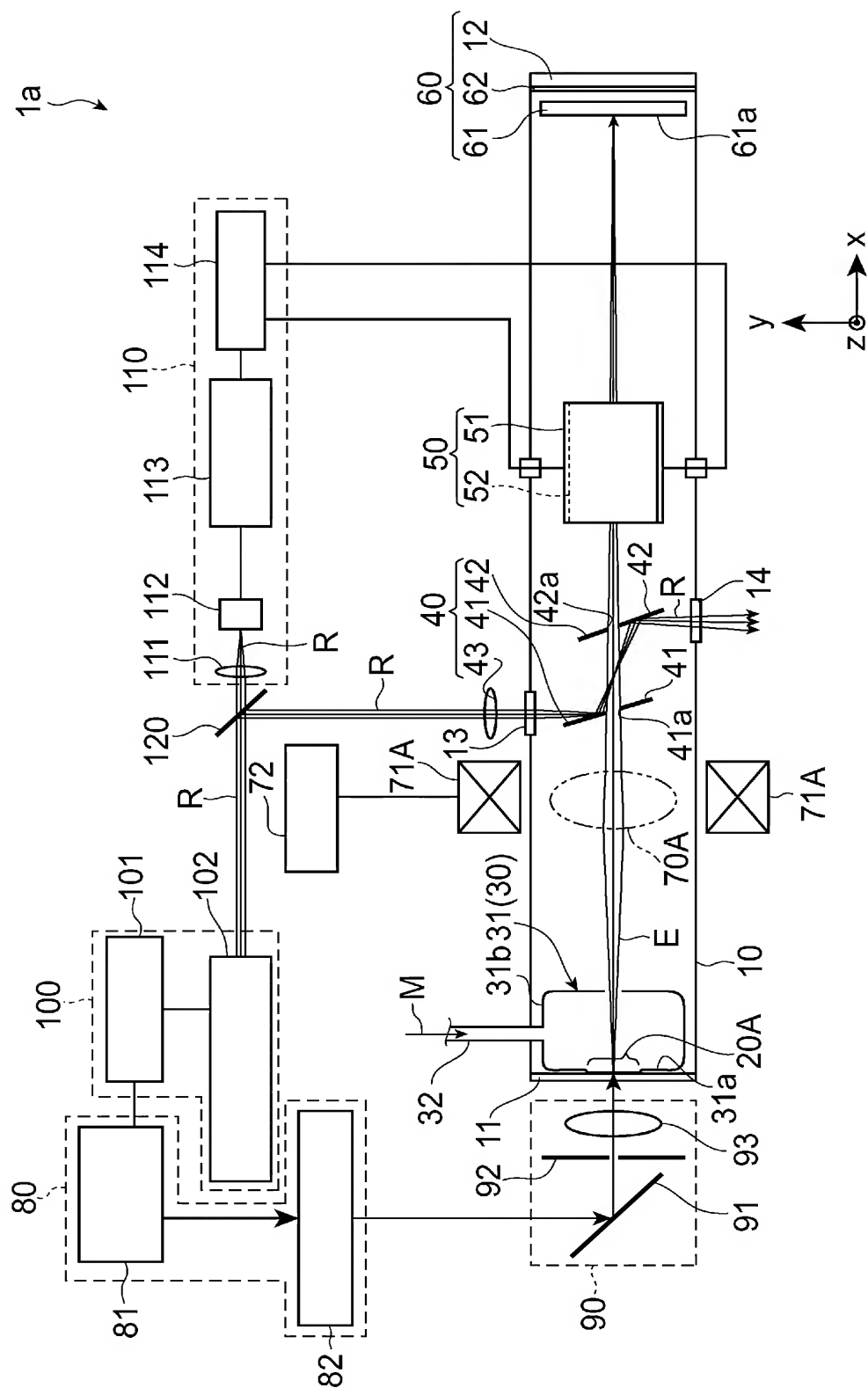
[図2]



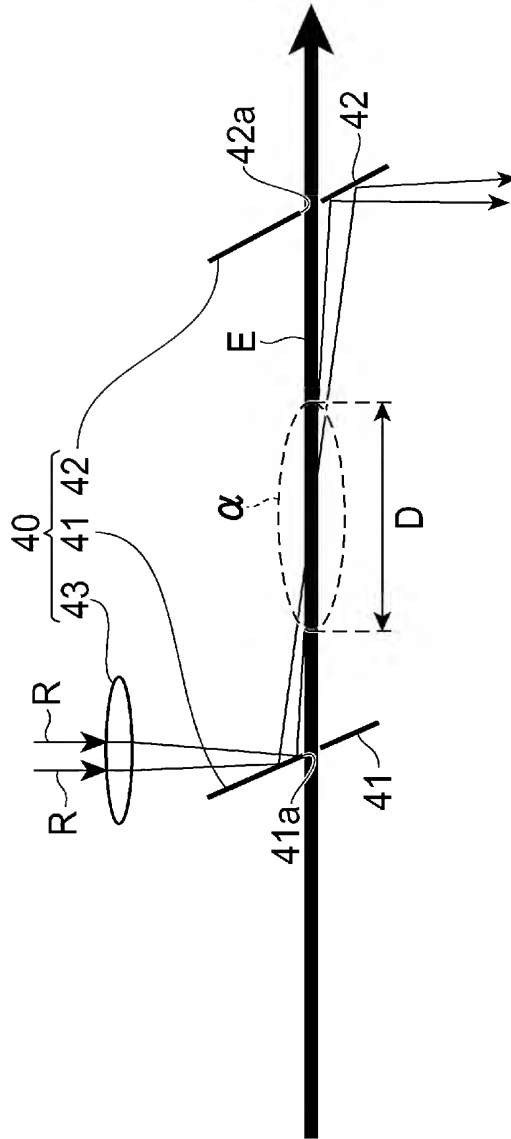
[図4]



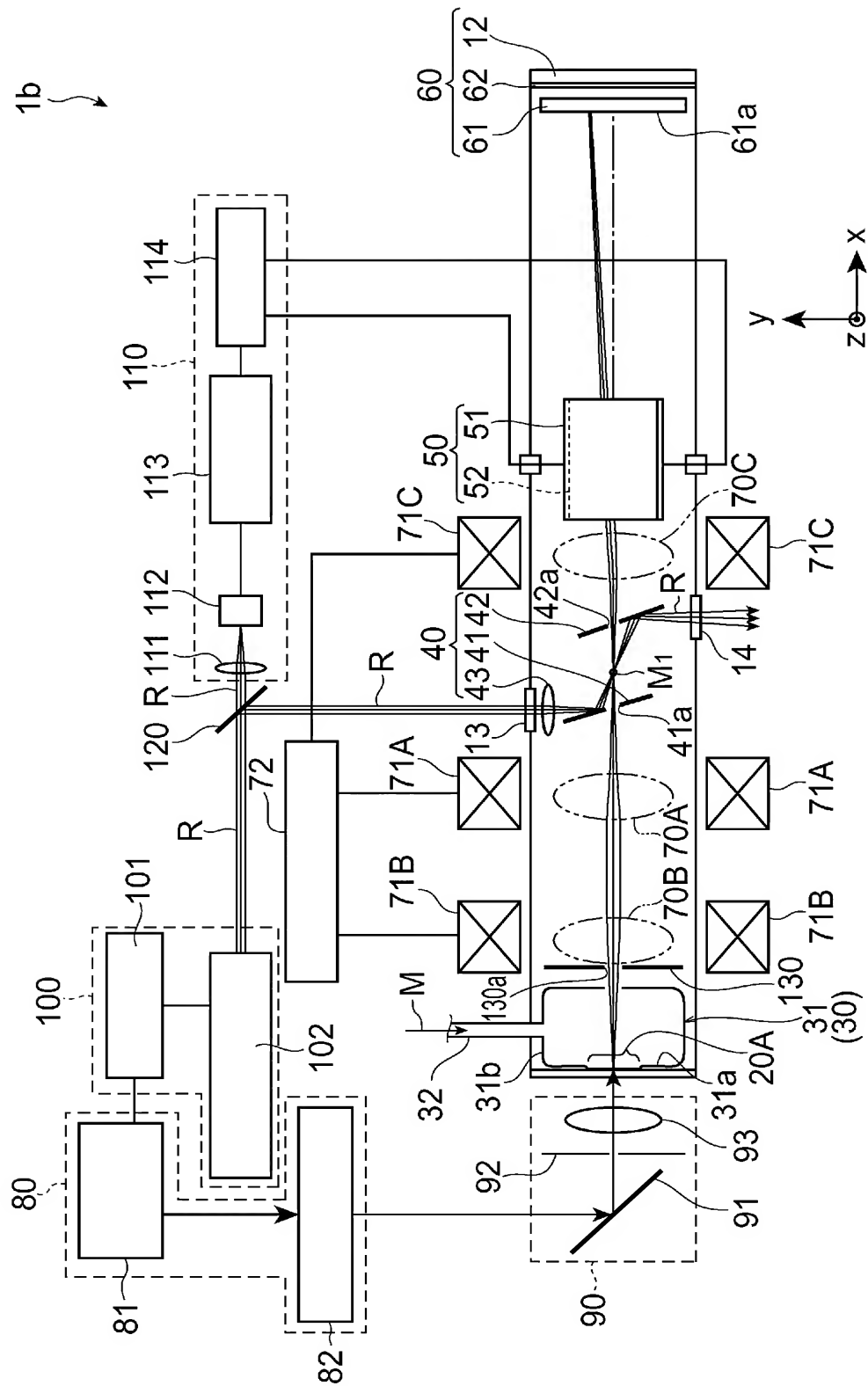
[図5]



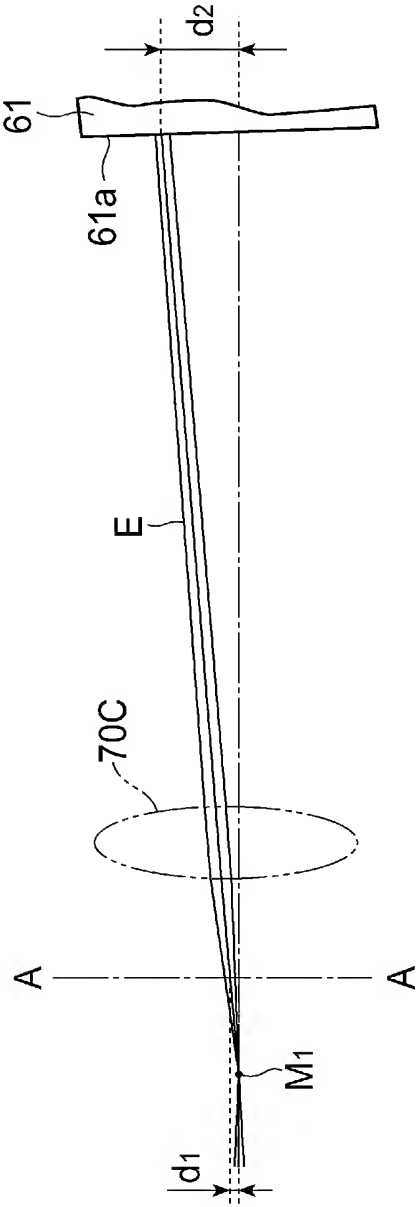
[図6]



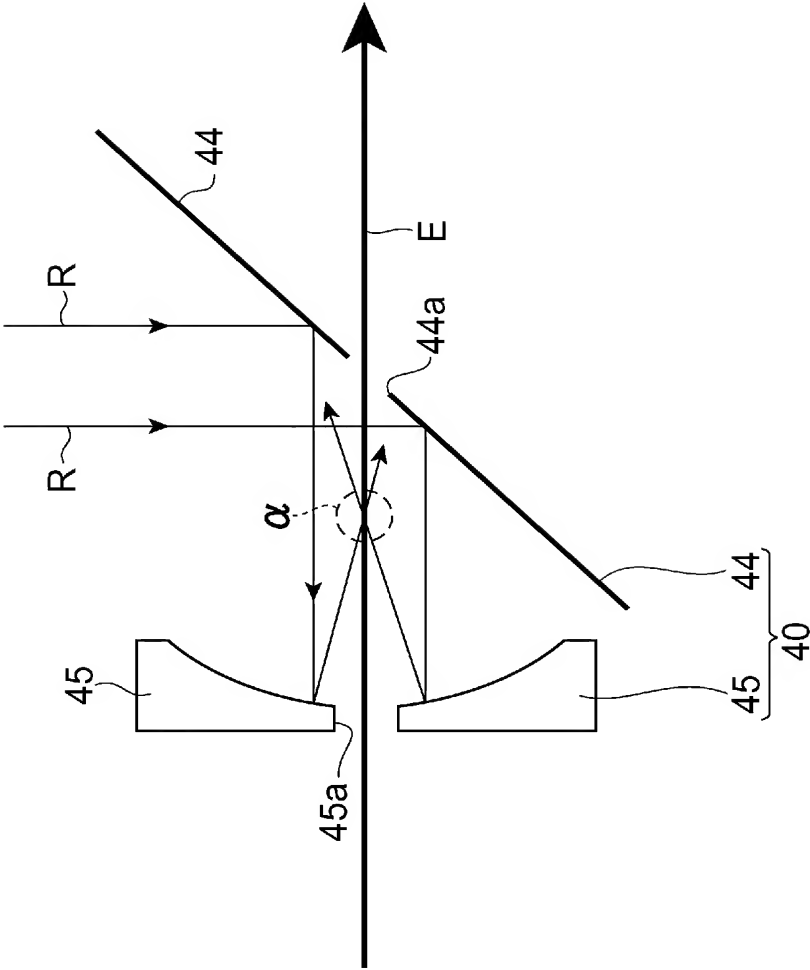
[图7]



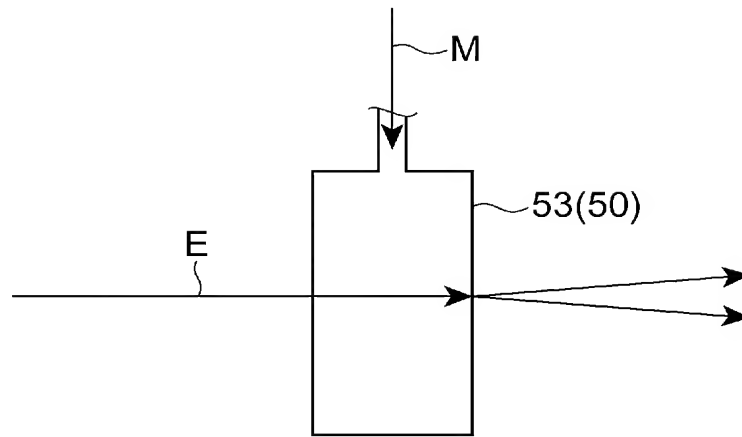
[図8]



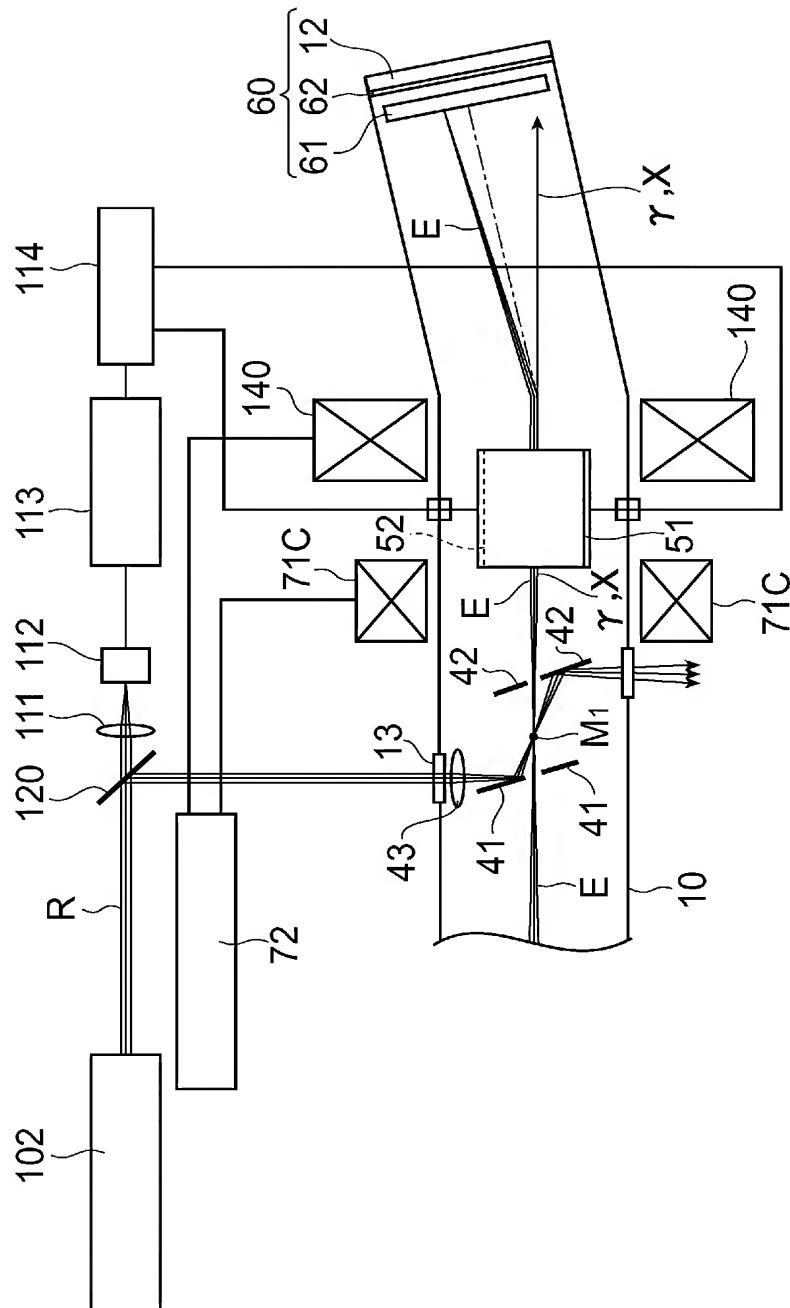
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000531

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01J1/02, H01J31/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01J1/00-1/02, G01J1/42, G01J11/00, G01T1/20-1/28, H01J31/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 11803/1992 (Laid-open No. 73587/1993) (Mitsubishi Electric Corp.), 08 October, 1993 (08.10.93), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-8
A	WO 96/33508 A1 (STICHTING VOOR FUNDAMENTEEL ONDERZOEK DER MATERIE), 24 October, 1996 (24.10.96), Full text; Figs. 1 to 4 & JP 11-503865 A & US 6049079 A	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April, 2005 (21.04.05)

Date of mailing of the international search report

17 May, 2005 (17.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000531

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-48044 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 20 February, 1998 (20.02.98), Full text; Figs. 1 to 9 & US 5866897 A & EP 829782 A2	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G 0 1 J 1 / 0 2, H 0 1 J 3 1 / 5 0

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G 0 1 J 1 / 0 0 - 1 / 0 2, G 0 1 J 1 / 4 2, G 0 1 J 1 1 / 0 0
G 0 1 T 1 / 2 0 - 1 / 2 8, H 0 1 J 3 1 / 5 0

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願 4-11803 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-73587 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (三菱電機株式会社) 1993. 10. 08, 全文, 第 1-5 図 (ファミリーなし)	1-8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 04. 2005

国際調査報告の発送日

17. 5. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

平田 佳規

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

2W

9807

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 96/33508 A1 (STICHTING VOOR FUNDAMENTEEL ONDERZOEK DER MATERIE) 1996. 10. 24, 全文, 第1-4図 & JP 11-503865 A & US 6049079 A	1-8
A	JP 10-48044 A (浜松ホトニクス株式会社) 1998. 02. 20, 全文, 第1-9図 & US 5866897 A & EP 829782 A2	1-8